

【特許請求の範囲】

【請求項1】中心部に円筒状の貫通孔と同軸上で外周径が異なる2つの円筒とその2つの円筒の境界の平面とを有し、かつ、前記円筒の大きい径の方の長さが小さい径の方の長さよりも短い形状で SrTiO_3 を主成分とした電圧依存性非直線抵抗特性を有する半導体セラミックを備え、前記半導体セラミックの前記貫通孔の内周全面に配設した電極と、前記小さい径の円筒の端面から所定の寸法だけ除いた外周面と前記境界の平面とに配設した電極を備えた電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【請求項2】電極は、オーミック性電極の下地に非オーミック性電極の上地を重ねた構成である請求項1記載の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【請求項3】電極は、オーミック性電極の下地にCuめっき、Niめっき、Crめっき、Snめっき、Pbめっき、Auめっき、Agめっき、Pdめっき、半田めっきのうち一つまたは複数の種類の上地を重ねた構成である請求項1記載の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【請求項4】電極は、Cuめっき、Niめっき、Crめっき、Snめっき、Pbめっき、Auめっき、Agめっき、Pdめっき、半田めっきのうち一つまたは複数の種類を重ねた構成である請求項1記載の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【請求項5】電極は、最上層が半田めっきされた構成である請求項1記載の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【請求項6】主成分の SrTiO_3 のうちのSrの一部をCa、Ba、Mgのうち少なくとも一つ以上の元素で置換した電圧依存性非直線抵抗特性を有する半導体セラミックを備えた請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電気機器や電子機器で発生する異常高電圧、ノイズ、静電気などから機器の半導体および回路を保護するためのコンデンサ特性とバリスタ特性を有する電圧依存性非直線抵抗体磁器素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、各種の電気機器や電子機器における異常高電圧の吸収、ノイズの除去、火花消去、静電気対策のために電圧依存性非直線抵抗特性を有するSiCバリスタや、ZnO系バリスタなどが使用されている。このようなバリスタの電圧-電流特性は近似的に次式のように表すことができる。

【0003】

【数1】

$$I = (V/C)^{\alpha}$$

【0004】ここで、Iは電流、Vは電圧、Cはバリスタ固有の定数、 α は電圧-電流非直線指数である。

【0005】SiCバリスタの α は2~7で、ZnO系バリスタでは α が50にもおよぶものがある。このようなバリスタは比較的高い電圧の吸収には優れた性能を有しているが、誘電率が低く、固有の静電容量が小さいためバリスタ電圧以下の比較的低い電圧の吸収にはほとんど効果を示さず、また誘電損失 $\tan \delta$ が5~10%と大きい。

【0006】一方、これらの低電圧のノイズなどの除去には見かけの誘電率が 5×10^4 程度で、 $\tan \delta$ が1%前後の半導体コンデンサが利用されている。しかし、このような半導体コンデンサはサージなどによりある限度以上の電圧または電流が印加されると静電容量が減少したり破壊したりしてコンデンサとしての機能を果たさなくなる。

【0007】そこで最近になって SrTiO_3 を主成分とし、バリスタ特性とコンデンサ特性の両方の特性を有するものが開発され、コンピュータなどの電子機器におけるIC、LSIなどの半導体素子および回路の保護や電子機器を相互に継ぐケーブルやコネクタなどから侵入するノイズの除去に利用されている。

【0008】以下に SrTiO_3 を主成分とするバリスタとコンデンサの両方の特性を有する従来の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子について説明する。

【0009】図3に示すように、コネクタなどから侵入するノイズの除去に使用する電圧依存性非直線抵抗体磁器素子10は、 SrTiO_3 を主成分とした電圧依存性非直線抵抗特性を有する半導体セラミックからなる円筒形の素子11の上面と下面に電極12と電極13を配設したものである。

【0010】図4に示すように、電圧依存性非直線抵抗体磁器素子10をコネクタに組み込むとき、導電性接着剤16および17でピン15と素子11の電極12および共通端子14と素子11の電極13をそれぞれ接着する。このとき、ピン15と素子11の隙間に導電性接着剤16の一部が流れ込むことがある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述のように従来の構成では、ピン15と素子11の隙間に導電性接着剤16の一部が流れ込み、見掛け上の電極間距離が小さくなり、バリスタ電圧が低くなり、バリスタ電圧に極性が付き、絶縁抵抗が低くなるという問題点を有していた。

【0012】本発明は、上記従来の問題点を解決するものでピンと端子の隙間に導電性接着剤の一部が流れ込んでも、バリスタ電圧が変化せず、バリスタ電圧に極性がつかず、絶縁抵抗が変化しない電圧依存性非直線抵抗体磁器素子を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子は中心部に円筒状の貫通孔と同軸上で外周径が異なる2つの円筒と

3

その2つの円筒の境界の平面とを有し、かつ、大きい径の円筒の長さが小さい径の円筒の長さより短い形状の半導体セラミックにその貫通孔の内周全面に電極を配設し、その小さい径の円筒の端面から所定の寸法を除いた外周面と境界の平面とに他の電極を配設した構成としたものである。

【0014】

【作用】この構成において、円筒の内周電極が一つの電極として一体化されているので、ピンと端子の隙間に導電性接着剤が流れ込んでも電極間距離は変化しないこととなり、また、共通端子の接続が容易で接着力を大きくするとともに余分な導電性接着剤のたれを大きい径の円

4

筒で止めるので、電極間距離は変化しないこととなる。

【0015】

【実施例】

(実施例1) 以下本発明の第1の実施例について説明する。

【0016】 SrCO_3 、 CaCO_3 、 BaCO_3 、 MgCO_3 、 TiO_2 を下記の(表1)に示すように組成比を種々変えて秤量し、ボールミルなどで24時間混合する。

10 【0017】

【表1】

No	第 1 成 分		第 2 成 分		第 3 成 分		電 極		
	組 成	添加量(%)	組 成	添加量(%)	組 成	添加量(%)	第 1 電 極	第 2 電 極	第 3 電 極
1*	SrTiO ₃	99.400	Nb ₂ O ₅	0.500	Fe ₂ O ₃	0.100	オーミック	オーミック	—
2	Sr _{0.97} TiO ₃	99.300	CeO ₂	0.500	CdO	0.200	オーミック	非オーミック	—
3	Sr _{0.95} Ca _{0.04} TiO ₃	99.400	Y ₂ O ₃	0.300	Al ₂ O ₃	0.300	オーミック	Cuめっき	—
4	Sr _{0.91} Ba _{0.09} TiO ₃	99.200	Nb ₂ O ₅	0.300	SiO ₂	0.500	オーミック	Niめっき	—
5	Sr _{0.98} Mg _{0.02} TiO ₃	98.800	Nd ₂ O ₃	0.200	MnO ₂	1.000	オーミック	Crめっき	—
6	Sr _{0.93} Ba _{0.07} TiO ₃	99.550	Ta ₂ O ₅	0.200	NiO	0.250	オーミック	Niめっき	半田めっき
7	Sr _{0.98} Ca _{0.02} TiO ₃	99.500	Nb ₂ O ₅	0.250	Ti ₂ O	0.250	オーミック	Cuめっき	半田めっき
8	Sr _{0.95} Mg _{0.05} TiO ₃	99.500	Dy ₂ O ₃	0.250	ZnO	0.250	Cuめっき	半田めっき	—
9	Sr _{0.95} Ca _{0.05} TiO ₃	99.500	La ₂ O ₃	0.250	B ₂ O ₃	0.250	Cuめっき	Niめっき	半田めっき
10	Sr _{0.93} Ca _{0.07} TiO ₃	99.500	Sm ₂ O ₃	0.250	ZrO ₂	0.250	Auめっき	—	—
11	Sr _{0.90} Ba _{0.10} TiO ₃	99.400	CeO ₂	0.300	MoO ₃	0.300	Niめっき	Auめっき	—
12	Sr _{0.93} Mg _{0.07} TiO ₃	99.400	Y ₂ O ₃	0.300	MnO ₂	0.300	Niめっき	Auめっき	半田めっき
13	Sr _{0.95} Ca _{0.05} TiO ₃	99.400	WO ₃	0.300	CuO	0.300	オーミック	半田めっき	—
14	Sr _{0.92} Ba _{0.08} TiO ₃	99.400	Y ₂ O ₃	0.300	Cr ₂ O ₃	0.300	オーミック	Snめっき	半田めっき
15	Sr _{0.90} Mg _{0.10} TiO ₃	99.400	Ta ₂ O ₅	0.300	Co ₂ O ₃	0.300	Crめっき	半田めっき	—
16	Sr _{0.95} Mg _{0.05} TiO ₃	99.250	Nb ₂ O ₅	0.400	K ₂ O	0.350	Crめっき	Niめっき	半田めっき

*印は従来例を示す。

【0018】次に、乾燥した後、1050℃で4時間焼成し、再びボールミルなどで24時間粉碎した後、乾燥し第1成分とする。次に、第1成分、第2成分、第3成分を(表1)に示した組成比になるように秤量し、ボールミルなどで24時間混合した後、乾燥し、ポリビニルアルコールなどの有機バインダーを10重量%添加して造粒した後、1(ton/cm²)のプレス圧力で、円筒の外周径が小さい部分は外径4mmφ、内径1.4mmφ、高さ2.5mm、円筒の外周径が大きい部分は外径6mm

*φ、内径1.4mmφ、高さ0.5mmの円筒状に成形し、空气中で1200℃で10時間焼成し脱バインダーする。次に、還元性雰囲気たとえばN₂:H₂=9:1のガス中で1425℃で5時間焼成する。さらにその後、酸化性雰囲気例えば空气中で1120℃で5時間焼成する。こうして得られた素子の内周面にZnなどからなる導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により配設した電極を設け、外周径が小さい円筒の端面から所定の寸法を除いた外周面にZnなどからなる

7

導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により配設し、かつ、大きい径の円筒が外周径が小さい円筒に接する平面にZnなどからなる導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により配設した別の電極を設ける。その後120℃で10分間乾燥させ、さらにその上から非オーミック性の導電性ペーストを同様にローラー転写などの方法により設け、120℃で10分間乾燥させ、630℃で3分間焼成し、図1に示すように、素子3に電極1と電極2を配設した電圧依存性非直線抵抗体磁器素子4を形成する。

【0019】次に、図2に示すように電圧依存性非直線抵抗体磁器素子4に半田などの導電性接着剤5、8によりピン6および共通端子9を取り付け、ブタジエンゴムなどの樹脂（図示せず）を充填し、加熱硬化する。

【0020】（実施例2）第1の実施例と同様にして得た素子の内周面にZnなどからなる導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により配設し、外周径が小さい円筒の端面から所定の寸法を除いた外周*

8

*面にZnなどからなる導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により配設し、さらに大きい径の円筒が外周径が小さい円筒に接する平面にZnなどからなる導電性オーミックペーストを例えばローラー転写などの方法により他の電極として配設した後、120℃で10分間乾燥させ、630℃で3分間焼成する。

【0021】次に、弱酸などにより導電部分を活性化し、無電解により活性化した部分にのみCuめっき、Niめっきを施し、さらにその上に電解半田めっきをし、10 三層構造にした電極1と電極2とする。次に、図2に示した第1の実施例と同様に半田などの導電性接着剤5、8によりピン6および共通端子9を取り付け、ブタジエンゴムなどの樹脂を充填し、加熱硬化する。このようにして得られた電圧依存性非直線抵抗体磁器素子の素子単品とコネクタ組み立て後の電気特性をそれぞれ（表2）と（表3）に示す。

【0022】

【表2】

No	素 子 単 品		
	$V_{1mA}(V)$	V_{1mA} の極性(%)	絶縁抵抗(MΩ)
1*	42.0	0.4	3.8
2	64.2	0.1	8.4
3	65.4	0.1	7.1
4	60.1	0.1	6.8
5	43.5	0.1	7.1
6	54.2	0.1	8.5
7	39.7	0.1	7.7
8	41.4	0.1	7.4
9	67.2	0.2	8.4
10	72.5	0.2	8.7
11	45.6	0.2	7.6
12	39.8	0.1	8.1
13	37.6	0.1	8.2
14	42.8	0.1	8.3
15	46.8	0.2	8.0
16	41.6	0.1	8.6

*印は従来例を示す。

【0023】

※ ※【表3】

No	組 み 立 て 後		
	$V_{1mA}(V)$	V_{1mA} の極性(%)	絶縁抵抗(MΩ)
1*	14.9	42.8	2.1
2	63.3	0.1	8.1
3	64.9	0.1	6.8
4	60.0	0.2	6.7
5	43.1	0.2	6.9
6	33.0	0.1	8.3
7	39.4	0.1	7.5
8	41.2	0.1	7.1
9	66.8	0.3	8.2
10	72.1	0.3	8.4
11	45.7	0.2	7.3
12	39.4	0.1	7.9
13	37.0	0.1	8.0
14	42.3	0.1	8.1
15	46.5	0.2	7.8
16	41.2	0.2	8.2

*印は従来例を示す。

【0024】(表2)および(表3)の V_{1mA} は、1mAの電流を流したときに素子の両端にかかる電圧であり、 V_{1mA} の極性は、正方向の V_{1mA} と負方向の V_{1mA} の差を正方向の V_{1mA} で割った値であり、絶縁抵抗は、印加電圧12VDCのときのピン6と共通端子9の間の絶縁抵抗値である。この(表2)、(表3)から明らかのように、本実施例による電圧依存性非直線抵抗体磁器素子は、 V_{1mA} の極性および絶縁抵抗の点で従来例に比して優れた効果が得られる。

【0025】また第1成分のSrの一部をCa、Ba、Mgで置換する場合は実施例では一部しか示さなかったが、素子の特性としてバリスタ特性とコンデンサ特性を同時に持つ範囲内であればどのようなものであってもかまわない。また第2成分、第3成分は実施例では一部の組み合わせについてのみ示したが素子の特性としてバリスタ特性とコンデンサ特性を同時に持つ範囲内であればどのような成分であってもかまわない。また、オーミック性の電極としてはZn以外にAg、Cu、Niなどがあるが、これら以外でも素子と電極との界面でオーミック接続がとれるものであればどのようなものであってもかまわない。また、めっきの成分およびその組み合わせについては一部についてのみ示したが、同様の効果が得られるものであればどのような組み合わせでもかまわない。めっきする方法は電解でも無電解でもかまわないし、酸性めっきでも塩基性めっきでも中性めっきでもか

*まわらない。また電圧依存性非直線抵抗体磁器素子に例えばフェライト、コイル、トロイダルコイルなどからなるインダクタンスを接続する構成にし、ノイズ除去効果を改善することができる。

30 【0026】以上のように実施例によれば、全体が円筒形で円筒の一方の端部が他の部分より大きい径の円筒状をなし、大きい径の円筒の長さが小さい径の円筒の長さよりも短く、全体の円筒の中心部に円筒状の貫通孔を有するように形成し、貫通孔の内周面全体に電極1を配設し、外周径が小さい円筒の端面より所定の寸法だけ除いた外周面と大きい径の円筒と小さい径の円筒が接する境界の平面に電極2を配設することにより、円筒の内周の電極1が一つの電極として一体化されるため、ピン6と素子3の隙間に半田などの導電性接着剤5が流れ込んで

40 も一体化された電極1の上であるため、見掛けの電極間距離は変化しない。したがって電気的特性は安定で、バリスタ電圧は変化せず、バリスタ電圧に極性はつかず、絶縁抵抗は変化しない。

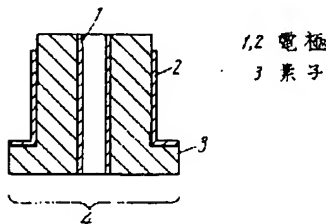
【0027】また、電極1と電極2との表面空間絶縁距離を大きくしているため、電気的特性はさらに安定している。

【0028】さらに、共通端子9を電極2に導電性接着剤8で接続するとき、接触する面積が大きくなり接続が容易で、共通端子9の上下二方向から接続することができるため共通端子9と素子3の間の接着力を強くするこ

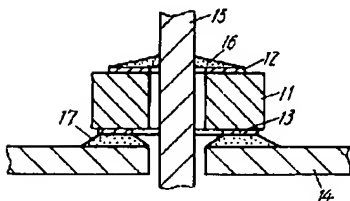
11

とができ、機械的強度を向上させることができるとともに、とくに温度サイクル試験による特性の劣化を小さくすることができ、信頼性を向上させることができる。また、余分な半田などの導電性接着剤8のたれが生じても大きい径の円筒の部分で止めることにより、見掛けの電極間距離は変化しないようにすることができる。また大きい径の円筒の外周に半田などの導電性接着剤8がたれ込んでも電極1から離れる方向にたれ込むことから、見掛けの電極間距離は変化しない。また全体が円筒形で円筒の一方の端部が他の部分より大きい径の円筒としているので、表面絶縁距離を広くとることができるため電気的特性は安定で、バリスタ電圧は変化せず、バリスタ電圧に極性はつかず、絶縁抵抗は変化せず、素子をコネクタに組み立てても組み立て前後の特性の変化は極めて小さく安定になるという効果が得られ、課電寿命特性を改善することができ、信頼性を向上させることができる。また電極1、電極2、共通端子9の最上層を半田めっきにすることにより、例えばピン6と電極1の隙間や電極2と共通端子9の隙間を小さくしておけば、導電性接着剤8がなくても加熱処理するだけで電極1、電極2、共通端子9の最上層の半田めっきが互いに溶解して接続させることができる。また素子3の電気的特性を十分に引き出すためにはCuめっき、Niめっき、Crめっき、Snめっき、Pbめっき、Auめっき、Agめっき、Pdめっき、半田めっきのうち一つまたは複数の種類を重ねた電極とすることにより、素子と電極の界面にバリエーを形成することなく素子の電気的特性を十分に引き出すことができ、容易に半田付けでき、複数の種類の多層めっき構造にすることにより、半田耐熱性を向上させることができる。

【図1】



【図4】



12

【0029】また、素子の形状を円筒状にすることにより素子の長さは長くなるが、素子の半径方向には寸法を小さくできるため、コネクタのピン間隔を小さくすることが可能で、コネクタを小型化するのに有効である。

【0030】

【発明の効果】以上の実施例の説明からも明らかなように本発明は、中心部に円筒状の貫通孔と同軸上で外周径が異なる2つの円筒とその2つの円筒の境界の平面とを有し、かつ、大きい径の円筒の長さが小さい径の円筒の長さより短い形状の半導体セラミックに、その貫通孔の内周全面に電極を配設し、その小さい径の円筒の端面から所定の寸法を除いた外周面と境界の平面に他の電極を配設した構成により、ピンと素子の間の隙間に導電性接着剤の一部が流れ込んでも、バリスタ電圧が変化せず、バリスタ電圧に極性がつかず、絶縁抵抗が変化しない優れた電圧依存性非直線抵抗体磁器素子を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子の断面図

【図2】同電圧依存性非直線抵抗体磁器素子をコネクタに接続したときの断面略図

【図3】従来の電圧依存性非直線抵抗体磁器素子の断面図

【図4】同電圧依存性非直線抵抗体磁器素子をコネクタに接続したときの断面略図

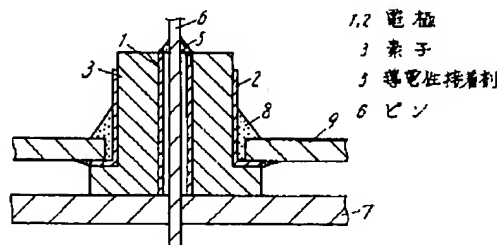
【符号の説明】

1 電極

2 電極

30 3 素子

【図2】



【図3】

